

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
11 décembre 2003 (11.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/102654 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 6/34,  
6/42, H04J 14/02, G02B 5/20

Xavier [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31-33,  
avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil cedex (FR).  
MOY, Jean-Pierre [FR/FR]; Thales Intellectual Property,  
31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex  
(FR). RAMEL, Romain [FR/FR]; Thales Intellectual  
Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil  
cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/01653

(22) Date de dépôt international : 2 juin 2003 (02.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataires : COLLET, Alain etc.; Thales Intellectual  
property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil  
cedex (FR).

(26) Langue de publication : français

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK,  
SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.

(30) Données relatives à la priorité :  
02/06853 4 juin 2002 (04.06.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ATMEL  
GRENOBLE S.A. [FR/FR]; Avenue de Rochepleine, B.P.  
123, F-38521 Saint Egrève cedex (FR).

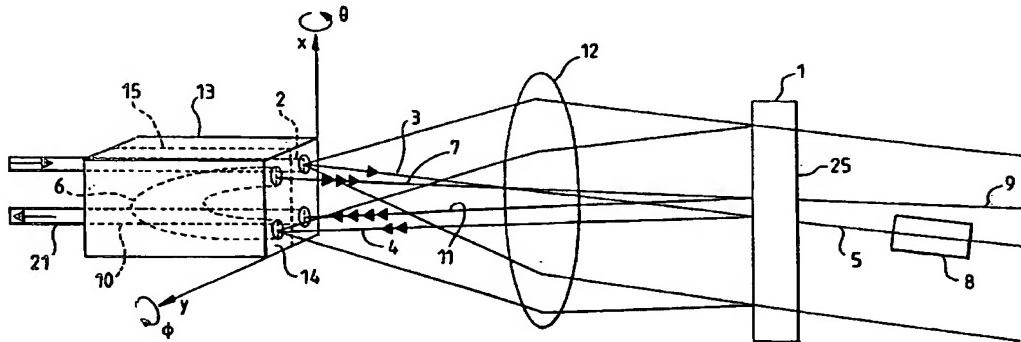
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : HUGON,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL FILTRATION DEVICE

(54) Titre : COMPOSANT DE FILTRAGE OPTIQUE



**WO 03/102654 A1**

(57) Abstract: The invention relates to wavelength-selective optical components which permit the passage of light with a narrow optical bandwidth centered around one wavelength and the reflection of wavelengths outside said band. The component comprises an entry guide (2), leading a light beam (3) towards a tunable filter (1), said entry guide (2) leads the beam (3) to the filter (1) to carry out a first pass. The component comprises return means (6) for a first part (4) of the beam (3) reflected by the filter (1) on the first pass in order to carry out a second pass.

(57) Abrégé : L'invention concerne les composants optiques sélectifs en longueur d'onde, permettant de laisser passer la lumière d'une bande spectrale optique étroite, centrée autour d'une longueur d'onde, et de réfléchir les longueurs d'onde situées en dehors de cette bande. Le composant comporte un guide d'entrée (2) conduisant un rayonnement lumineux (3) vers un filtre (1) accordable, un guide d'entrée (2) conduisant le rayonnement (3) vers le filtre (1) pour y effectuer un premier passage. Le composant comporte des moyens de renvoi (6) d'une première partie (4) du rayonnement (3) réfléchi par le filtre (1) lors du premier passage pour y effectuer un second passage.



(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## Composant de filtrage optique

L'invention concerne les filtres optiques sélectifs en longueur d'onde, permettant de laisser passer la lumière d'une bande spectrale optique étroite, centrée autour d'une longueur d'onde, et de réfléchir les longueurs d'onde situées en dehors de cette bande. On peut prévoir l'ajustement de la longueur d'onde centrale de la bande spectrale étroite par des moyens électriques.

Le mot lumière est entendu au sens large et inclut notamment des bandes spectrales dans l'infrarouge comme on le verra ci-après, une application principale de l'invention étant le filtrage de lumière dans les différentes bandes de télécommunications par fibres optiques comprises entre 1,3 et 1,61 micromètres.

L'intérêt de ces bandes de 1,3 à 1,61 micromètres résulte de ce que les fibres optiques actuelles, en verre, présentent une faible atténuation et que les signaux optiques peuvent donc être transmis sur de très grandes distances. Dans ce qui suit, on expliquera l'invention à propos de cette bande spectrale, étant entendu que l'invention est transposable à d'autres bandes si le besoin s'en fait sentir, en utilisant les matériaux adaptés à ces bandes différentes.

Dans un réseau de télécommunications par fibre optique, on peut utiliser un câble de plusieurs fibres optiques pour réaliser plusieurs canaux de transmission différents ; on peut aussi effectuer un multiplexage temporel des informations pour atteindre le même but ; mais la tendance actuelle, pour un accroissement plus important de la capacité de débit d'informations du réseau, est de transmettre simultanément sur la même fibre optique plusieurs longueurs d'onde lumineuses modulées indépendamment les unes des autres et définissant chacune un canal d'information. La norme ITU (International Telecommunications Union) 692 propose de définir des canaux adjacents de largeur de bande spectrale optique 100 GHz, centrés sur N fréquences optiques normalisées adjacentes dont les valeurs sont 200 térahertz, 199,9 térahertz, 199,8 térahertz, etc., correspondant à N longueurs d'onde de 1,52 micromètres jusqu'à 1,61 micromètres. Sur un canal de cette largeur de bande on peut effectuer une modulation de lumière de 10 à 40 Giga bits par seconde sans trop de risque d'interférence avec les canaux de

bandes spectrales immédiatement adjacentes (en utilisant des impulsions de modulation de forme gaussienne pour minimiser la bande passante occupée par cette modulation). Cette technique de multiplexage fréquentiel est appelée DWDM, de l'anglais "Dense Wavelength Division Multiplexing".

5 Dans un réseau de télécommunications, le problème est donc de pouvoir recueillir la lumière correspondant à un canal déterminé sans perturber la lumière des canaux voisins. Par exemple, à un nœud de transmission du réseau, affecté à l'émission et à la réception d'informations du canal  $i$ , il faut pouvoir recueillir la lumière à une fréquence centrale  $F_i$  (longueur d'onde  $\lambda_i$ ) sans gêner la transmission de la lumière modulant les 10 fréquences centrales  $F_1$  à  $F_N$ , alors que ces fréquences optiques sont très rapprochées les unes des autres.

Pour cela, on a besoin de réaliser des composants de filtrage optique très sélectifs en longueur d'onde lumineuse, capables de laisser 15 passer la fréquence optique centrale  $F_i$  et les fréquences situées dans une bande étroite inférieure à 50 GHz de part et d'autre de cette fréquence, et d'arrêter les autres bandes. A la sortie d'un tel filtre, on ne recueille que la lumière du canal  $i$  et on peut la démoduler pour recueillir l'information utile, ou l'envoyer dans une autre branche du réseau.

20 On a déjà proposé de réaliser des composants de filtrage fonctionnant sur le principe des interféromètres de Fabry-Perot, réalisés par dépôts de couches semi-conductrices séparées les unes des autres par des lames d'air d'épaisseurs calibrées en rapport avec la longueur d'onde  $\lambda_i$  à sélectionner. Un interféromètre comprend en pratique deux miroirs à 25 couches diélectriques superposées (miroirs de Bragg), à fort coefficient de réflexion, séparés par une lame transparente d'épaisseur optique  $k.\lambda_i/2$  (épaisseur réelle  $k.\lambda_i/2$  si la lame est une lame d'air) où  $k$  est un entier définissant l'ordre du filtre interférométrique. Le phosphure d'indium (InP) est bien adapté à ces réalisations en raison notamment de sa transparence pour 30 les longueurs d'onde considérées, de son indice de réfraction très élevé, et de la possibilité de déposer des couches épitaxiales d'épaisseur bien contrôlée.

35 Si les épaisseurs de couches et les intervalles entre couches sont très bien contrôlés, et si les matériaux ont un fort indice de réfraction, un tel filtre s'avère très sélectif.

Une telle réalisation est décrite dans l'article de A. Spisser et autres, "Highly Selective 1.55 micrometer InP/airgap micromachined Fabry-Perot filter for optical communications" dans Electronics Letters, N°34(5), pages 453-454, 1998. D'autres réalisations ont été proposées, en silicium 5 micro-usiné, et en alliages à base d'arsénure de gallium.

A cause des imperfections dans la réalisation des composants de filtrage et à cause de la largeur spectrale due à la modulation du signal, une fraction de la lumière autour de la longueur centrale est réfléchie par le composant de filtrage, ce qui n'est acceptable que si cette fraction est 10 inférieure à environ 1% du signal, car ce serait une cause de brouillage du signal réfléchi, notamment lorsqu'on ajoute au rayonnement réfléchi par le composant un rayonnement de remplacement modulé sensiblement autour de la même longueur centrale. Pour satisfaire cette exigence avec des 15 composants de filtrage fixes, on peut utiliser deux filtres disposés de telle façon que le rayonnement réfléchi par le premier filtre est à nouveau réfléchi sur le second filtre.

Cette disposition supprime les résidus de rayonnement lumineux centré autour de la longueur centrale dans le canal de sortie du composant, et ne pose pas de gros problème optique, car ces composants de filtrage 20 sont larges et fonctionnent donc avec des faisceaux peu ouverts, pour lesquels la grande longueur de Rayleigh autorise le repliement de la trajectoire.

Les longueurs d'onde centrales des canaux sont définies par des normes (norme UIT 692 pour le Dense Wavelength Division Multiplexing). 25 Dans le cas "Dense Wavelength Division Multiplexing", où les canaux sont séparés par à peine plus que leur largeur spectrale, chaque source lumineuse formant un canal, comme par exemple un laser, est impérativement verrouillé sur une fréquence UIT, à quelques GHz près, grâce à une référence externe. Pour des communications à courte distance 30 et nombre réduit de canaux; on utilise souvent un autre concept où les canaux sont bien plus espacés, par exemple de 20 nm (=2500 GHz). Ce dernier concept est également défini par la norme UIT 692 avec l'appellation de "Coarse Wavelength Division Multiplexing". L'espacement est alors largement supérieur aux dérives et fluctuations thermiques ou autres par 35 exemple de la fréquence d'émission du laser. Ces dérives sont de l'ordre de

quelques centaines de GHz. On peut alors utiliser des lasers beaucoup moins coûteux, car affranchis de l'asservissement en fréquence. Il n'y a bien entendu aucune corrélation entre la longueur d'onde extraite et celle du rayonnement de remplacement. Avec un filtre accordable à bande étroite et 5 poursuite de la longueur d'onde incidente, on peut extraire un rayonnement de longueur d'onde centrale donnée, mais on ne peut injecter un rayonnement de remplacement dans le canal laissé vacant, car le filtre n'est en général pas transparent au rayonnement de remplacement. Le principe décrit plus haut est donc difficilement applicable, car le second filtre, accordé 10 sur la longueur d'onde du rayonnement de remplacement, ne rejette pas les résidus de rayonnement lumineux centré autour de la longueur centrale du rayonnement extrait.

Le problème est donc de trouver une configuration qui permette d'utiliser un filtre accordable à bande étroite et poursuite de longueur d'onde 15 dans un multiplexeur, en offrant une bonne réjection de la longueur d'onde extraite et une bonne injection de la longueur d'onde de remplacement.

L'invention a pour but de résoudre ce problème en proposant un composant de filtrage optique réalisant un double passage dans un même filtre accordable. Plus précisément l'invention a pour objet un composant de 20 filtrage optique comportant un filtre accordable et sélectif en longueur d'onde apte à transmettre la lumière d'une bande spectrale optique étroite centrée autour d'une longueur d'onde donnée et apte à réfléchir la lumière dont la longueur d'onde est hors de ladite bande, un guide d'entrée conduisant un rayonnement lumineux vers le filtre, caractérisé en ce que le guide d'entrée 25 conduit le rayonnement vers le filtre pour y effectuer un premier passage, et en ce que le composant comporte des moyens de renvoi d'une première partie du rayonnement réfléchi par le filtre lors du premier passage pour y effectuer un second passage.

Les filtres accordables ont en général des dimensions beaucoup 30 plus petites que celles des filtres fixes centrés par construction autour d'une longueur d'onde donnée.

Pour des filtres fixes, c'est à dire centrés par construction autour d'une longueur d'onde donnée, on a réalisé un double passage en utilisant un guide d'onde pour chaque entrée et un guide d'onde pour chaque sortie 35 du filtre. La transposition directe d'une telle réalisation avec un filtre

accordable pose d'énormes problèmes de positionnement dans l'espace de chaque guide d'onde. L'invention résout également ce problème en limitant le nombre de composants à positionner entre eux.

On note que la première partie du rayonnement est la plus grande  
5 partie du rayonnement. Plus précisément, le rayonnement comporte plusieurs canaux centrés chacun autour d'une longueur d'onde. Le filtre permet d'extraire un des canaux et de réfléchir les autres. Ces autres canaux forment la première partie du rayonnement.

Avantageusement, le composant comporte des moyens pour  
10 accorder la longueur d'onde donnée. Autrement dit l'invention trouve un avantage particulier dans le cas où le filtre est accordable.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint  
15 dans lequel :

- la figure 1 représente un exemple de chemin optique dans un composant de filtrage optique conforme à l'invention.
- les figures 2, 3 et 4 représentent des exemples de guides d'onde permettant de réaliser des moyens de renvoi ;
- la figure 5 illustre l'alignement des moyens de renvoi avec le filtre ;
- la figure 6 illustre l'injection d'un rayonnement de remplacement en sortie du composant optique de filtrage.

Le composant de filtrage optique représenté sur la figure 1  
25 comporte un filtre 1 sélectif en longueur d'onde apte à transmettre la lumière d'une bande spectrale optique étroite et à réfléchir la lumière dont la longueur d'onde est hors de cette bande. Le filtre 1 est, par exemple, réalisé conformément à l'article de A. Spisser cité plus haut. Le composant comporte, en outre, un guide d'entrée 2 conduisant un rayonnement 3 lumineux vers le filtre 1 pour y effectuer un premier passage. A l'issue de ce premier passage, une première partie 4 du rayonnement 3 est réfléchie par le filtre 1 tandis qu'une seconde partie 5 du rayonnement 3 est transmise par le filtre 1 conformément à la sélectivité du filtre 1. Le composant comporte, ...  
30 de plus, des moyens de renvoi 6. Ces moyens 6 collectent la première partie  
... 35 4 du rayonnement 3 pour la renvoyer vers le filtre 1 afin d'y effectuer un

second passage. En sortie des moyens de renvoi 6, le trajet de la première partie 4 du rayonnement 3 est matérialisé par le segment 7.

Le composant de filtrage optique comporte un premier guide de sortie et des moyens de focalisation associés conduisant la seconde partie 5 du rayonnement 3. Une troisième partie 9 du rayonnement 3 est transmise par le filtre 1 lors du second passage. Cette troisième partie 9 constitue un résidu éliminé de la première partie 4 du rayonnement 3. Le composant de filtrage optique comporte également un second guide de sortie 10 conduisant une quatrième partie 11 du rayonnement 3 partie 11 réfléchie par le filtre 1 lors du deuxième passage dans le filtre 1. La quatrième partie 11 du rayonnement 3 est formée par la première partie 4 à laquelle on a enlevé la troisième partie 9.

Avantageusement, les moyens de renvoi 6 orientent la première partie 4 du rayonnement 3 vers le filtre 1, avec la même incidence que le guide d'entrée 2.

La longueur d'onde centrale de la bande spectrale optique transmise par le filtre 1 dépend de l'orientation ou incidence avec laquelle un rayonnement pénètre dans le filtre 1. Autrement dit l'égalité des incidences permet de conserver au filtre une même fonction de transfert lors des deux passages dans le filtre. On comprend alors l'avantage procuré par une incidence égale du rayonnement 3 et de sa quatrième partie 4 lors de son trajet 7.

L'égalité des incidences n'est bien entendue effective qu'aux tolérances de réalisation près. L'égalité des incidences au cours des deux passages doit être précise si on souhaite un pic de transmission étroit du filtre 1. Par exemple, si on a une largeur spectrale à mi-hauteur du pic de transmission de 0,5 nm, un déplacement maximal de 0.1 nm est tolérable entre les deux passages. Ceci correspond à une variation d'incidence de quelques milliradians pour des incidences proches d'une incidence perpendiculaire au filtre 1.

Pour que le rayonnement incident sur le filtre soit raisonnablement collimaté, le composant comporte avantageusement des moyens de collimation communs au guide d'entrée 2, aux moyens de renvoi 6, et au second guide de sortie 10. Plus précisément, le composant comporte une

lentille 12 disposée entre, d'une part, le filtre 1 et, d'autre part, le guide d'entrée 2, les moyens de renvoi 6 et le second guide de sortie 10.

Avec une lentille 12 de courte focale (distance focale de l'ordre du milimètre) comme celle que l'on utilise dans les composants pour fibres optiques, il n'est pas envisageable de placer des fibres optiques dans un plan, comme par exemple le plan focal de la lentille 12, en respectant l'identité d'incidence décrite plus haut, car le diamètre des fibres est trop grand. On pourrait imaginer de dénuder les fibres jusqu'au cœur, mais la manipulation en devient extrêmement délicate. L'objet du mode de réalisation décrit plus loin permet de pallier ce problème en utilisant les trois dimensions.

On sait réaliser des guides d'onde pour des longueurs d'onde de l'ordre de 1500 nm, bien adaptés aux fibres optiques, par des moyens de photolithographie sur une plaque de verre qui assurent une précision de positionnement bien meilleure que le micron et échange d'ions pour modifier localement l'indice de réfraction. En particulier, on sait réaliser deux guides parallèles enterrés à environ 10  $\mu\text{m}$  de profondeur, et distants l'un de l'autre de quelques dizaines de microns comme illustré sur la figure 2. On sait aussi réaliser des courbes de 5 mm de rayon environ, comme illustré sur la figure 3, ce qui permet de réaliser un renvoi de faisceau. Un tel renvoi peut aussi être réalisé par polissage de deux faces à 45° et réflexion totale (dièdre), comme le montre la figure 4.

En assemblant une plaque telle que décrite sur la figure 2 et une plaque telle que décrite sur la figure 3 en superposant les guides d'onde, on peut réaliser les moyens de renvoi 6. Le même résultat peut être obtenu en assemblant une plaque telle que décrite sur la figure 2 et une plaque telle que décrite sur la figure 4. Il est alors nécessaire de positionner précisément les extrémités d'entrée et de sortie des guides des moyens de renvoi 6 dans le plan focal de la lentille 12.

Avantageusement, les moyens de renvoi 6, le guide d'entrée 2 et le second guide de sortie 10 sont immobilisés entre eux de façon à former un bloc 13 comportant une face 14 en regard avec le filtre 1. La lentille 12 est située entre la face 14 et le filtre 1. L'assemblage du bloc 13 est, par exemple, réalisé par collage de plaques de verre où des guides d'onde ont été réalisés. Le collage se fait dans un plan 15 perpendiculaire à la face 14.

Les guides d'onde sont réalisés à quelques dizaines de microns du plan 15, ce qui permet une bonne isolation des guides entre eux. On peut améliorer cette isolation en déposant avant collage une couche opaque, par exemple de métal ou de résine chargée, sur une face d'une plaque de verre, face 5 formant le plan 15.

Avantageusement, la lentille 12 est à gradient d'indice bien connue sous le nom de lentille GRIN. Ce type de lentille présente l'avantage de comporter deux faces planes. Avantageusement, on peut choisir une lentille 12 telle que son plan focal objet soit confondu avec une face d'entrée 10 de la lentille 12. Cela permet de positionner la lentille 12 sur la face 14 du bloc 13, par exemple en observant au microscope la face 14 à travers la lentille 12.

Le positionnement de la lentille 12 est délicat, et peut se faire de la manière suivante :

15 Tout d'abord, la lentille 12 (de type GRIN ou autre) est positionnée en translation, selon des axes x et y contenus dans le plan de la face 14, puis immobilisée par rapport au bloc 13 contenant les guides par des moyens mécaniques en prenant comme référence des faces du bloc 13 qui sont par construction localisées précisément par rapport aux guides. Ce 20 positionnement est possible avec une tolérance meilleure qu'une dizaine de microns. On peut de la même manière, avant l'immobilisation de la lentille 12, positionner un capillaire dans lequel la lentille 12 peut coulisser pour le positionnement en translation suivant un axe z perpendiculaire aux axes x et y.

25 Ensuite, un faisceau de lumière est injecté par le guide d'entrée 2, et le filtre 1 est positionné en translation approximativement suivant les axes x et y sur le faisceau collimaté en observant par des moyens optiques une face arrière 25 du filtre 1, par exemple au moyen d'une caméra infra-rouge. La face arrière 25 du filtre 1 est opposée à celle recevant le rayonnement 3.

30 Puis l'orientation en rotation du filtre 1 autour des axes x et y, suivant respectivement des angles  $\theta$  et  $\phi$ , est obtenue par alignement actif selon les algorithmes classiques, par exemple en utilisant un balayage en spirale pour la recherche et l'optimisation du signal reçu. En effet, l'image 15 du guide d'entrée 2 dans le plan focal de la lentille 12 après la première 35 réflexion sur le filtre 1 est symétrique du guide d'entrée 2 par rapport à

l'impact de la normale 16 au filtre 1 passant par le centre de la lentille 12, comme le montre la figure 5. De même, l'image 17 de la sortie 18 des moyens de renvoi 6 qui ramène la quatrième partie 4 du rayonnement 3 dans le plan focal en vue du second passage dans le filtre 1 est également 5 symétrique de la sortie 18 des moyens de renvoi 6 par rapport à l'impact de la normale 16 au filtre 1. Ce schéma montre que l'alignement des deux passages dans le filtre 1 peut se faire comme en simple passage, puisqu'il n'y a pas de degré de liberté supplémentaire.

Lorsque l'optimum suivant les angles  $\theta$  et  $\phi$  est trouvé, on 10 recherche le maximum de signal suivant les directions x et y et on immobilise le filtre 1.

Avantageusement, le composant comporte des moyens pour insérer un rayonnement de remplacement dont la longueur d'onde est sensiblement centrée sur la longueur d'onde donnée du rayonnement extrait 15 dans le second guide de sortie 10. Autrement dit, le composant comporte des moyens pour insérer un rayonnement de remplacement dans le canal libéré par le rayonnement extrait.

L'insertion d'un rayonnement de remplacement à une longueur d'onde voisine de la longueur d'onde extraite (mais nécessairement 20 décorrélée de celle-ci puisque les sources de rayonnement extrait et de remplacement sont distantes et puisqu'on n'exerce aucun contrôle sur leurs dérives diverses) nécessite un coupleur 20 dans le second guide de sortie 10. Le coupleur 20 est aisément réalisable dans la technologie de guides enterrés déjà utilisée dans l'invention pour réaliser les guides du bloc 13, 25 comme le décrit la fig 6. Cette technique est décrite sur le site Internet « [www.teemphotonics.com](http://www.teemphotonics.com) » page « waveguide technology »

Une fibre de sortie 21 devra ensuite être positionnée de façon active à la sortie du coupleur 20.

La technique des guides optiques dans le verre s'applique 30 également aux verres dopés aux terres rares, qui permettent d'amplifier le rayonnement optique lorsqu'ils sont excités par une longueur d'onde plus courte provenant d'un laser de pompe. Cette technique est décrite dans l'article de D. Barbier publié en 1998 : « Net Gain of 27 dB with a 8.6 cm-long Er-Yb-doped glass-planar-amplifier » article cité sur le site Internet 35 « [www.teemphotonics.com](http://www.teemphotonics.com) » à la page : « technical articles »

On peut réaliser les guides dans un verre dopé aux terres rares pour compenser les pertes d'insertion du composant sans ajouter de composant optique supplémentaire sur le trajet. Il faut pour cela disposer sur un des cotés du composant d'une entrée optique capable de transporter un faisceau de pompe jusqu'aux guides où circule le rayonnement, et prévoir un trajet commun de la longueur appropriée, de l'ordre d'une dizaine de centimètres. Autrement dit, le composant comporte des moyens pour amplifier le rayonnement réfléchi par le filtre.

Il est à noter que, dans ce cas, une stratégie appropriée de contre-réaction peut permettre d'utiliser les moyens d'accord du filtre 1 pour également asservir la puissance de pompe et ainsi assurer un niveau constant du rayonnement extrait.

## REVENDICATIONS

1. Composant de filtrage optique comportant un filtre (1) accordable et sélectif en longueur d'onde apte à transmettre la lumière d'une bande spectrale optique étroite centrée autour d'une longueur d'onde donnée et apte à réfléchir la lumière dont la longueur d'onde est hors de ladite bande, un guide d'entrée (2) conduisant un rayonnement lumineux (3) vers le filtre (1), caractérisé en ce que le guide d'entrée (2) conduit le rayonnement (3) vers le filtre (1) pour y effectuer un premier passage, et en ce que le composant comporte des moyens de renvoi (6) d'une première partie (4) du rayonnement (3) réfléchi par le filtre (1) lors du premier passage pour y effectuer un second passage.
2. Composant de filtrage optique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un second guide de sortie (10) conduisant une quatrième partie (11) du rayonnement réfléchi par le filtre (1) lors du deuxième passage.
3. Composant de filtrage optique selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de collimation communs au guide d'entrée (2), aux moyens de renvoi (6), et au second guide de sortie (10).
4. Composant de filtrage optique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte une lentille (12) disposée entre, d'une part, le filtre (1) et, d'autre part, le guide d'entrée (2), les moyens de renvoi (6) et le second guide de sortie (10).
5. Composant de filtrage optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la lentille (12) est à gradient d'indice.
- 30 6. Composant de filtrage optique selon la revendication 5, caractérisé en ce que la lentille (12) est telle que son plan focal objet soit confondu avec une face d'entrée de la lentille (12).

7. Composant de filtrage optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de renvoi (6) orientent la première partie (4) du rayonnement (3) vers le filtre (1), avec la même incidence que le guide d'entrée (2).

5

8. Composant de filtrage optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour accorder la longueur d'onde donnée.

10

9. Composant de filtrage optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (20) pour insérer un rayonnement de remplacement dont la longueur est sensiblement centrée sur la longueur d'onde donnée.

15

10. Composant de filtrage optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de renvoi (6) sont réalisés par des moyens de photolithographie sur une plaque de verre et échange d'ions.

20

11. Composant de filtrage optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour amplifier le rayonnement réfléchi par le filtre (1).

1/4

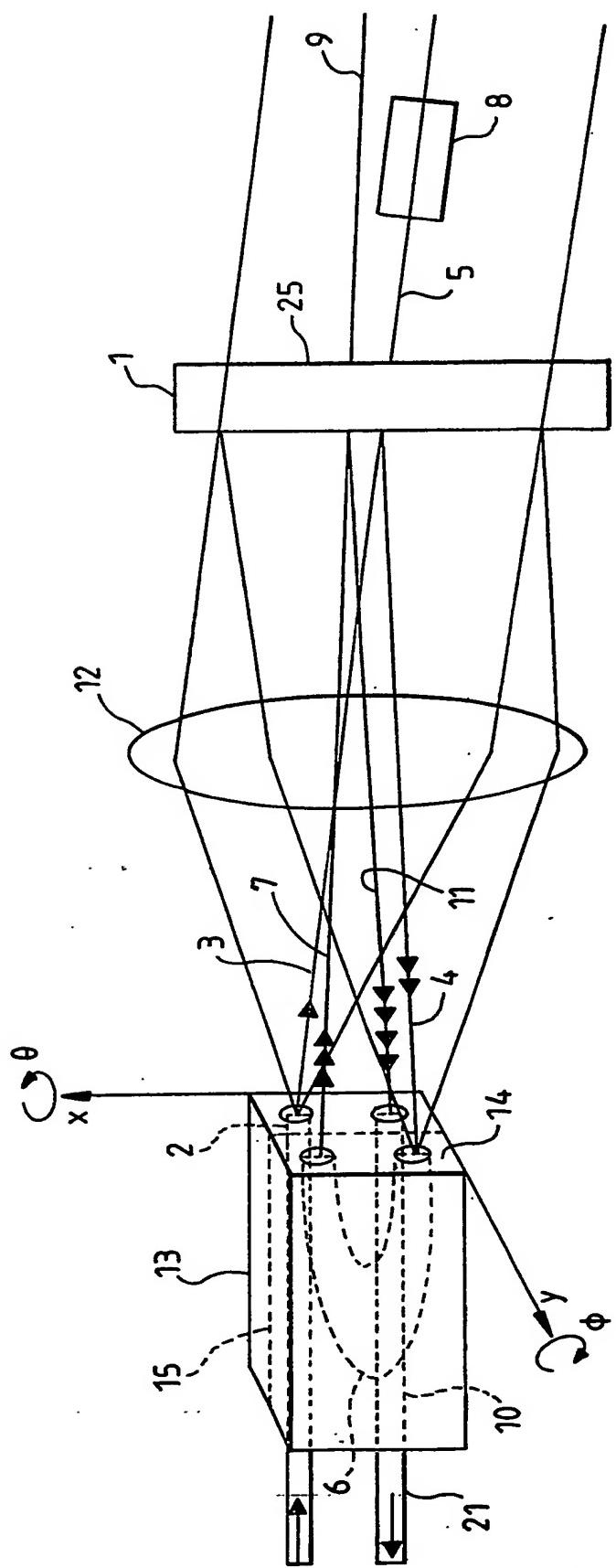


FIG.1

2/4

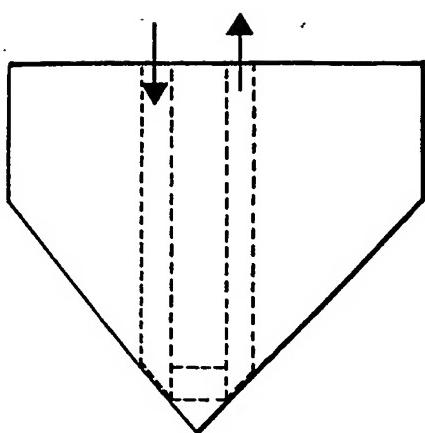


FIG. 4

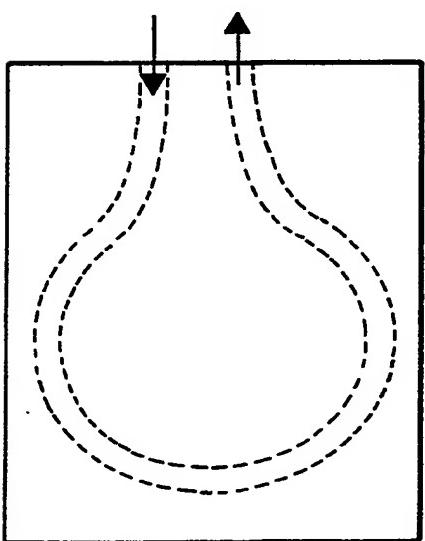


FIG. 3

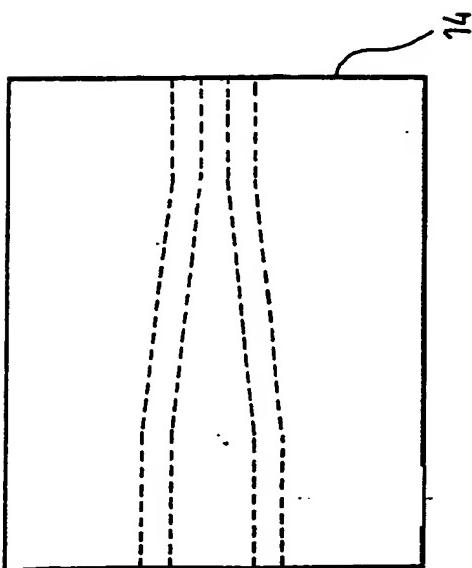


FIG. 2

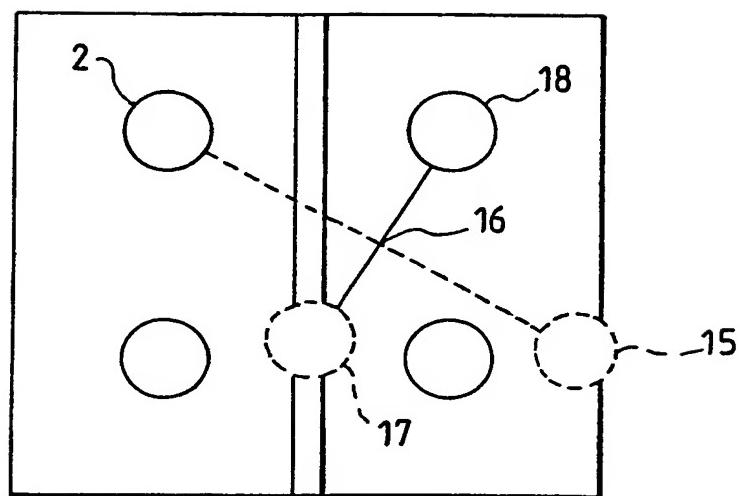


FIG. 5

4/4

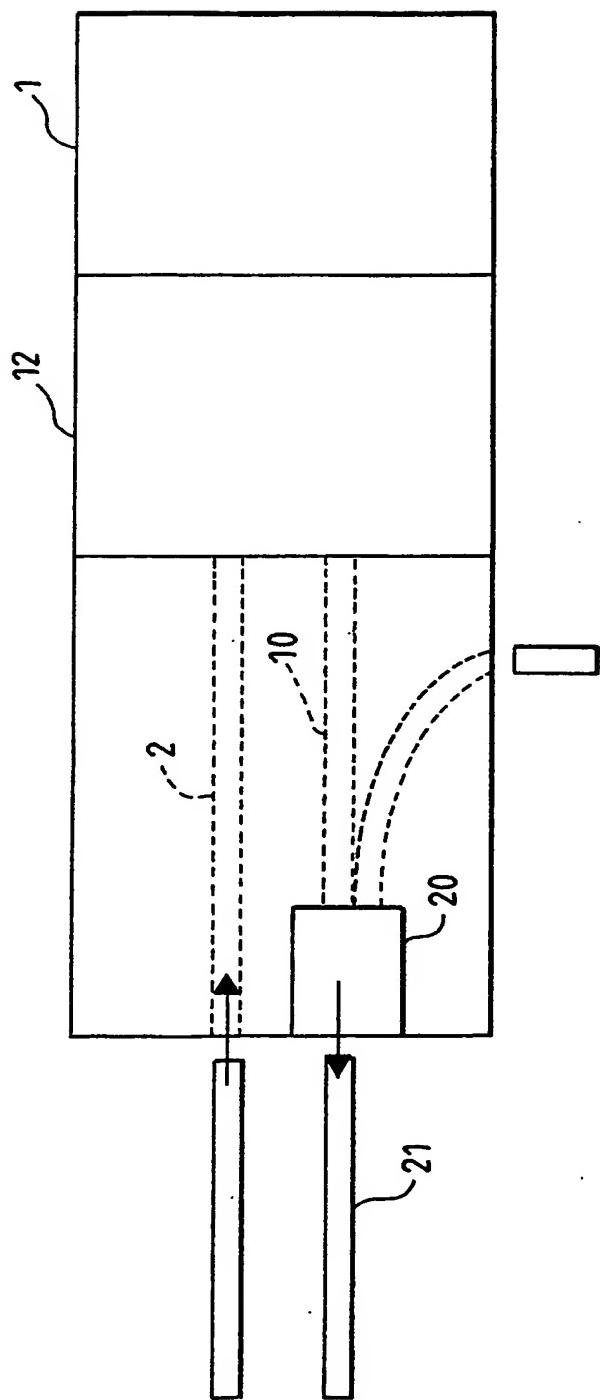


FIG.6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. . . .

PC [REDACTED] 03/01653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	
IPC 7	G02B6/34 G02B6/42
	H04J14/02 G02B5/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 December 1997 (1997-12-25) -& JP 09 211383 A (NIPPON TELEGR &TELEPH CORP &LT;NTT&GT;), 15 August 1997 (1997-08-15) abstract; figure 1 ----	1,2,7
A		3-6,8-11
X	US 5 803 729 A (TSIMERMAN EFRAIM) 8 September 1998 (1998-09-08) column 3, line 23 - line 68 column 4, line 1 - line 51 figures ----	1 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 October 2003

Date of mailing of the international search report

03/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ward, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

P 03/01653

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 547 597 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 23 June 1993 (1993-06-23) column 3, line 48 - line 58 column 4, line 1 - line 16 figures -----	1-11
A	GB 2 117 131 A (BARR & STROUD LTD) 5 October 1983 (1983-10-05) abstract; figures -----	1-11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.  
PCT/US03/01653

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 09211383	A	15-08-1997	NONE		
US 5803729	A	08-09-1998	AT AU CA WO DE EP	240692 T 3430797 A 2276321 C 9803132 A1 69722254 D1 0959803 A1	15-06-2003 10-02-1998 24-04-2001 29-01-1998 26-06-2003 01-12-1999
EP 0547597	A	23-06-1993	EP JP	0547597 A1 5241025 A	23-06-1993 21-09-1993
GB 2117131	A	05-10-1983	NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No.  
PCT/EP/03/01653

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G02B6/34 G02B6/42 H04J14/02 G02B5/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G02B H04J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERÉS COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 décembre 1997 (1997-12-25) -& JP 09 211383 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP &LT;NTT&GT;), 15 août 1997 (1997-08-15) abrégé; figure 1 ---	1, 2, 7
A		3-6, 8-11
X	US 5 803 729 A (TSIMERMAN EFRAIM) 8 septembre 1998 (1998-09-08) colonne 3, ligne 23 - ligne 68 colonne 4, ligne 1 - ligne 51 figures ---	1
	-/-	

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'élai de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  24 octobre 2003	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  03/11/2003
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Ward, S

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No.  
PCT/FR 83/01653

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 547 597 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 23 juin 1993 (1993-06-23) colonne 3, ligne 48 - ligne 58 colonne 4, ligne 1 - ligne 16 figures -----	1-11
A	GB 2 117 131 A (BARR & STROUD LTD) 5 octobre 1983 (1983-10-05) abrégé; figures -----	1-11

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux familles de brevets

Demande nationale No.

PCT/.../3/01653

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 09211383	A	15-08-1997	AUCUN		
US 5803729	A	08-09-1998	AT AU CA WO DE EP	240692 T 3430797 A 2276321 C 9803132 A1 69722254 D1 0959803 A1	15-06-2003 10-02-1998 24-04-2001 29-01-1998 26-06-2003 01-12-1999
EP 0547597	A	23-06-1993	EP JP	0547597 A1 5241025 A	23-06-1993 21-09-1993
GB 2117131	A	05-10-1983	AUCUN		